

Lesio sebagai Komponen Tanggap Buah 20 Galur dan atau Varietas Cabai terhadap Inokulasi *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides*

Hidayat, I.M., I. Sulastrini, Y. Kusandriani, dan A. H. Permadi

Balai Penelitian Tanaman Sayuran Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung 4039

Naskah diterima tanggal 29 Januari 2004 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 19 Mei 2004

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengevaluasi tanggap dari buah cabai pada stadia hijau dan merah, dan untuk menentukan taraf resistensi dari 20 galur dan atau varietas cabai terhadap inokulasi *Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak lengkap dengan tiga ulangan dan penelitian dilaksanakan di Rumahkasa dan Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Sayuran, dari bulan Maret sampai Desember 1999. Tanggap buah cabai terhadap *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* dievaluasi berdasarkan lebar dan panjang lesio, diameter lesio, dan nisbah panjang/lebar lesio. Penentuan taraf resistensi berdasarkan taraf beda nyata Duncan $P < 0,05$, dari diameter lesio pada hari keempat setelah inokulasi, dan pengelompokan dengan menggunakan program systat. Buah pada stadia hijau galur No. 327 dan serrano menunjukkan taraf resistensi yang lebih tinggi terhadap *C. capsici*; sedangkan buah pada stadia merah jalapeno, serta buah hijau dan merah MC11 resisten terhadap *C. capsici* dan *C. gloeosporioides*.

Kata kunci: *Capsicum* spp.; *Colletotrichum capsici*; *Colletotrichum gloeosporioides*; Cabai; Resistensi; Antraknos

ABSTRACT. Hidayat, I. M., I. Sulastrini, Y. Kusandriani, and A.H. Permadi. 2004. Lesion as component of fruit response of 20 lines and or varieties of chilli pepper to inoculation of *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum gloeosporioides*. The objectives of the experiment were to evaluate the responses of green and red fruits, and to determine the resistant level of 20 lines and or varieties of chilli pepper to both fungi through wound inoculation of *C. capsici* and *C. gloeosporioides*. The experiment was arranged in completely randomized design with three replicates, and conducted in Screenhouse and Laboratory, of the Indonesian Vegetables Research Institute, (IVEGRI) Lembang, from March to December 1999. The responses were evaluated based on width and length of lesion, diameter of lesion, and the ratio of length/width lesion. Determination of resistant level based on Duncan multiple range test $P < 0.05$ and systat programme on lesion diameter at 4 days after inoculation. Green fruits of the varieties No. 327 and serrano showed a higher resistance level to *C. capsici*; whereas red fruits jalapeno as well as green and red fruits of MC11 consistently resistant to both *C. capsici* and *C. gloeosporioides*.

Keywords: *Capsicum* spp.; *Colletotrichum capsici*; *Colletotrichum gloeosporioides*; Chilli pepper; Resistance; Anthracnose

Antraknos merupakan salah satu penyakit penting dalam produksi cabai di daerah tropis yang panas dan lembab, dan juga dikenal sebagai penyakit busuk buah prapanen dan pascapanen. Serangan penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* spp. dan dapat menurunkan produksi sebesar 45-60% dan kualitas cabai (Mah 1985; Sariah 1994). Pada mulanya *C. capsici* diidentifikasi sebagai penyebab busuk buah cabai terutama pada stadia merah (Mazlan & Sariah 1980), tetapi kemudian buah cabai yang diambil dari sentra pertanaman cabai di Malaysia didapatkan bahwa *C. gloeosporioides* lebih virulen dari *C. capsici* (Sariah 1994). Di Taiwan, *C. acutatum* dilaporkan lebih virulen dari kedua spesies tersebut (AVRDC 1998).

Sampai saat ini belum ada varietas komersial yang resisten terhadap cendawan *Colletotrichum*

spp., walaupun beberapa spesies telah diidentifikasi mempunyai gen resisten terhadap *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* (AVRDC 1997; 1998). Salah satu penyebabnya adalah belum adanya teknik penjarangan yang dapat diandalkan, serta standar varietas/asesi yang dapat dijadikan acuan untuk taraf resistensi atau sensitivitas terhadap *Colletotrichum* spp., di samping perkembangan dinamik dari patogen itu sendiri (AVRDC 1998; 1999). Metode penentuan resistensi pun merupakan hal yang perlu dikaji agar sesuai untuk diterapkan dalam proses penjarangan resistensi cabai terhadap *Colletotrichum* spp..

Mekanisme *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* dalam menginfeksi inang dapat dikategorikan sebagai subkutikular atau *intramural necrotrophy*, di mana dalam proses

infeksi mekanisme pertahanan inang tidak dipacu, dan patogen melanjutkan penyebarannya dengan cepat di antara sel dan dalam jaringan (O'Connel *et al.* 1998; 2000; Perfect *et al.* 1999). Biasanya gejala visual tidak terlihat setelah penetrasi 24 jam yang memungkinkan terjadinya fase biotrofi (Pring *et al.* 1995; O'Connel *et al.* 1998; 2000; Perfect *et al.* 1999). Gejala lesio biasanya terlihat setelah inkubasi 72 jam, kemudian sel dan jaringan rusak setelah 96 jam (Sariah 1994). Laporan tentang proses infeksi *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* pada buah cabai menunjukkan bahwa timbulnya gejala dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, isolat patogen, genetik tanaman, cara inokulasi, fisiologi buah, dan teknik inokulasi (Sariah 1994; Manandhar *et al.*; 1995a dan 1995b; AVRDC 1998; Oh *et al.* 1998; 1999). Hal inilah yang memungkinkan penjarangan resistensi menjadi sulit dan kompleks.

Hubungan antara inang dengan patogen merupakan kunci apakah infeksi dapat terjadi atau resistensi dipacu sebagai tanggap pertahanan. Stadia awal infeksi, stadia awal penetrasi, dan proses infeksi adalah kejadian yang penting tanpa adanya faktor resisten, akan menjamin berlangsungnya kolonisasi jaringan dan aktivitas nekrotik. Karena itu tanggap pada kontak pertama dapat dijadikan acuan untuk menentukan resistensi, walaupun tanggap jaringan pada proses infeksi juga merupakan komponen dari pertahanan tersebut. Waktu dan kecepatan tanggapan terhadap infeksi juga penting dalam menentukan resistensi, di mana pada tanaman dengan resistensi tinggi, aktivitas senyawa atau enzim yang berhubungan dengan ekspresi gen-gen resistensi menunjukkan lebih tinggi dan lebih awal dibandingkan dengan tanaman yang rentan (Goy *et al.* 1992; Collinge *et al.* 1993; Modafar *et al.* 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tanggap dari buah cabai pada stadia hijau dan merah, serta menentukan taraf resistensi dari 20 galur dan atau varietas cabai terhadap inokulasi *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* menggunakan lesio sebagai kriteria dalam menentukan taraf resistensi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Rumahkasa dan Laboratorium Pemuliaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran di Lembang, dari bulan Maret sampai Desember 1999.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 20 perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah 20 galur dan atau varietas cabai yang diuji, yaitu P3, P5, 327, 146, MC4, MC5, MC11, MC12, kulai, cili api, dan MC11xCH231-N yang diperoleh dari pemulia MARDI (Malaysian Agriculture Research and Development Institute); COO265-1, LV-2319xCOO265-1-2-4; LV-2323 xCOO265-1-2-4; LV-3044xCOO265-1-3-1; LV-3188xCOO265-1-3-6; LV-3491xCOO265-1-10-3 dari pemulia Balai Penelitian Tanaman Sayuran; cili bangi2 dari Kebun Hortikultura, Universiti Putra Malaysia, serrano dan jalapeno dari penangkar benih komersil (Lake Seed Valey Co. USA).

Buah pada stadia hijau dan merah dari masing-masing galur dan atau varietas dipanen dari tanaman cabai di rumahkasa, dicuci dengan air, kemudian direndam dalam larutan klorox 10% (bahan aktif natrium hipoklorit 5,25%) selama 10 menit, dan selanjutnya dibilas dengan air suling steril. Lima buah cabai disusun di atas batang stirofoam dalam kotak plastik (20x25x5 cm) yang dialasi kertas tisu basah. Buah diinokulasi melalui pelukaan (Hidayat 2002) dengan 10 µl inokulum spora pada konsentrasi 10^6 /ml masing-masing dengan *C. capsici* atau *C. gloeosporioides*. Kotak kemudian ditutup dengan plastik dan diinkubasikan pada temperatur $\pm 28^\circ\text{C}$, dengan kelembaban yang tinggi.

Pengamatan dilakukan terhadap panjang dan lebar lesio pada hari ke-4, 6, 8, dan 10 hari setelah inokulasi (HSI). Untuk panjang lesio dilakukan pengukuran menurut panjang buah, sedangkan untuk lebar lesio menurut diameter buah.

Kriteria yang digunakan untuk penentuan taraf resistensi, adalah diameter lesio $[(\text{panjang} + \text{lebar lesio})/2]$, dan nisbah panjang/lebar lesio, serta pengelompokan berdasarkan diameter lesio juga dilakukan menggunakan program systat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Taraf resistensi buah cabai terhadap antraknos, berdasarkan panjang dan lebar lesio dilakukan pada 20 galur dan atau varietas cabai. Menurut Thompson & Leonard (1974) bahwa ukuran panjang lesio sudah disarankan untuk pengukuran level resistensi, tetapi bergantung pada kondisi lingkungan, Nicholson & Warren (1976) menyatakan bahwa tipe lesio adalah lebih tepat. Pada daun jagung ditemukan bahwa tipe lesio lebih tepat sebagai respons resisten/suseptibel pada inang dibandingkan ukuran lesio. Tipe lesio pada inang yang suseptibel umumnya berbentuk lonjong, berwarna hijau keabuan pada bagian atas, dan bagian bawah permukaan daun yang kadang-kadang dicirikan dengan perluasan yang konsentris. Inang yang resisten menunjukkan berbagai bentuk tetapi umumnya bulat dan lesio dibatasi oleh tulang daun dan berwarna coklat.

Panjang dan lebar lesio. Tanggap buah pada stadia buah hijau dan merah dari 20 galur dan atau varietas cabai dalam bentuk panjang dan lebar lesio pada fase infeksi awal (4 HSI) yang diinokulasi *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* disajikan masing masing pada Tabel 1 dan 2. Panjang dan lebar lesio dengan nilai terbesar dan berbeda nyata dengan galur dan atau varietas lainnya adalah terdapat pada MC11xCH231-N (stadia buah hijau dan merah), dan MC5 (stadia buah hijau) yang diinokulasi dengan *C. capsici*; LV-3491xCOO265-1-10-3 (buah hijau) dan LV-2323xCOO265 1-2-1 (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*. Sedangkan panjang dan lebar lesio terkecil dan berbeda nyata dengan yang lainnya adalah No. 327 dan serrano (buah hijau), dan jalapeno tidak menunjukkan adanya lesio (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. capsici*, MC11 (buah hijau dan panjang lesio pada buah merah) serta jalapeno (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* (Tabel 1 dan 2).

Diameter lesio. MC11xCH231-N (buah hijau dan buah merah) menunjukkan diameter lesio terbesar, No. 327 dan serrano (buah hijau) menunjukkan yang terkecil, kulai dan cili api (buah hijau) di antara yang terbesar dan terkecil dan jalapeno menunjukkan yang terkecil pada buah merah yang diinokulasi dengan *C. capsici*, dan berbeda nyata dengan yang lainnya.

Sedangkan LV-3491xCOO265-1-10-3 (buah hijau) dan LV-2323xCOO265 1-2-1 (buah merah) menunjukkan diameter lesio terbesar, MC11 (buah hijau) dan jalapeno (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* menunjukkan yang terkecil dan berbeda nyata dengan yang lainnya (Tabel 1 dan 2).

Perkembangan diameter lesio pada hari ke-4, 6, 8, dan 10 setelah diinokulasi dengan *C. capsici* dan *C. gloeosporioides* menunjukkan bahwa diameter lesio bertambah dengan lamanya masa inkubasi. Buah hijau No. 327, MC11, dan serrano, serta buah merah jalapeno yang diinokulasi dengan *C. capsici* (Lampiran 1), buah hijau dan merah MC 11 dan buah merah jalapeno yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* (Lampiran 2) memperlihatkan tingkat perkembangan lesio lebih rendah daripada galur dan atau varietas lainnya.

Nisbah panjang dan lebar lesio. Kriteria ini mencerminkan bentuk atau tipe lesio. Buah hijau cili bangi2 yang diinokulasi dengan *C. capsici* memperlihatkan nisbah terbesar dan berbeda nyata dengan MC 11 dengan nisbah yang terkecil. Pada buah merah jalapeno tidak menunjukkan adanya lesio dan berbeda nyata dengan yang lainnya (Tabel 1). Buah hijau LV-3044xCOO265-1-3-1 yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* menunjukkan nisbah terbesar dan berbeda nyata dengan MC 11 dengan nisbah terkecil (buah hijau), yang juga di antara yang terkecil dan terbesar (buah merah), walaupun kenyataannya merupakan yang terkecil dengan nisbah 1 dan mencerminkan tipe lesio bulat. Buah merah jalapeno menunjukkan nisbah lesio nol dan berbeda nyata dengan yang lainnya (Tabel 2). Nicholson (1992) mendapatkan bahwa tipe lesio lebih sesuai untuk menentukan taraf resistensi terhadap antraknos pada padi-padian. Tipe lesio pada galur yang rentan berbentuk lonjong dan ditandai dengan arah perluasan yang berbentuk konsentris. Pada galur yang resisten, lesio terjadi dalam berbagai bentuk, tetapi cenderung berkembang dalam bentuk bulat.

Laju perkembangan lesio. Pada umumnya perkembangan diameter lesio (cm/hari) pada masa infeksi awal (0-4 HSI) dari buah hijau dan merah dari 20 galur dan atau varietas yang diuji lebih rendah dibandingkan periode 4-6, 6-8, dan 8-10 HSI setelah diinokulasi dengan *C. capsici*

Tabel 1. Lesio pada buah 20 galur dan atau varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. capsici* pada 4 HSI
(Lesion on fruit of 20 lines/varieties chilli pepper inoculated with *C. capsici* at 4 DAI)

Galur/varietas (Lines/varieties of chilli pepper)	Panjang dan lebar lesio (Length and width of lesion) cm				Diameter lesio (Lesion diameter) cm		Nisbah panjang/lebar lesio (Length/width lesion ratio)	
	Buah hijau (Green fruit)		Buah merah (Red fruit)		Buah hijau (Green fruit)	Buah merah (Red fruit)	Buah hijau (Green fruit)	Buah merah (Red fruit)
	Panjang (Length)	Lebar (Width)	Panjang (Length)	Lebar (Width)				
P3	0,87 bcdef	0,51 bcdef	0,38 bc	0,49 abc	0,69 bcd	0,44 abcd	1,76 ab	1,32 a
P5	0,93 bcd	0,45 cdef	0,56 ab	0,41 bc	0,69 bcd	0,48 abc	2,10 ab	1,37 a
327	0,06 I	0,04 h	0,27 bcdef	0,19 de	0,05 g	0,23 def	1,50 bc	1,46 a
146	0,62 defg	0,36 defg	0,33 bcde	0,19 de	0,49 cde	0,26 cdef	1,89 ab	1,58 a
MC4	0,49 efgh	0,27 fgh	0,50 abc	0,40 bc	0,38 def	0,45 abcd	1,88 ab	1,25 a
MC5	1,05 a	0,83 a	0,49 abc	0,33 bcd	0,99 a	0,41 bcde	1,80 ab	1,40 a
MC11	0,25 ghi	0,15 gh	0,53 abc	0,46 ab	0,20 efg	0,50 ab	0,79 c	1,13 a
MC12	0,89 bcde	0,62 abc	0,55 ab	0,40 bc	0,75 bc	0,43 abc	1,43 bc	1,42 a
Serrano	0,05 I	0,04 h	0,24 cdef	0,23 cde	0,05 g	0,23 def	1,33 bc	1,06 a
Jalapeno	0,12 hi	0,08 h	0,00 f	0,00	0,10 fg	0,00 g	1,50 b	0,00 b
Kulai	1,18 ab	0,54 bcd	0,55 ab	0,47 a	0,86 b	0,51 ab	2,15 ab	1,18 a
Cili api	1,05 bc	0,67 ab	0,52 abc	0,39 bc	0,87 b	0,46 abcd	1,55 bc	1,30 a
MC11 x CH231-N	1,48 a	0,83 a	0,71 a	0,59 a	1,16 a	0,65 a	1,78 ab	1,20 a
Cili bangi2	0,66 cdefg	0,27 efgh	0,41 bcd	0,30 bcd	0,47 cde	0,36 bcde	2,62 a	1,31 a
COO265-1	0,92 bcd	0,45 cdef	0,16 def	0,10 ef	0,69 bcd	0,13 fg	2,05 ab	1,58 a
LV-2319 x COO265-1-2-4	0,53 defg	0,35 defg	0,09 ef	0,07 ef	0,44 de	0,08 fg	1,52 bc	1,38 a
LV-2323 x COO265-1-2-4	0,49 efgh	0,23 fgh	0,56 ab	0,39 bc	0,36 ef	0,48 abc	2,33 a	1,41 a
LV-3044 x COO265-1-3-1	0,47 fgh	0,29 efgh	0,51 abc	0,37 bc	0,38 def	0,44 abcd	1,62 bc	1,40 a
LV-3188 x COO265-1-3-6	0,55 defg	0,26 fgh	0,51 abc	0,32 bcd	0,40 def	0,42 bcde	2,13 ab	1,58 a
LV-3491 x COO265-1-10-3	0,39 ghi	0,19 gh	0,25 cdef	0,17 def	0,29 efg	0,21 efg	2,03 ab	1,46 a

(Lampiran 3) dan *C. gloeosporioides* (Lampiran 4). Selanjutnya laju perkembangan lesio meningkat dengan laju tertinggi pada periode yang berbeda, misalnya pada 4-6 HSI (satu di antaranya buah hijau COO265-1 yang diinokulasi dengan *C. capsici* dan *C. gloeosporioides*), 6-8 HSI (satu di antaranya buah merah COO265-1 yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*), dan 8-10 HSI (satu di antaranya buah hijau LV-2323-1-2-4xCOO265-1 yang diinokulasi dengan *C. capsici*).

Laju yang lebih tinggi daripada yang lainnya dapat dilihat pada MC11 x CH231N dan LV-2323xCOO265-1-2-4 (buah hijau); MC11, MC12, dan LV-3491xCOO265-1-10-3 (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. capsici*; MC5, 146, LV-3491xCOO265-1-10-3, P3 (buah hijau), dan serrano, kulai, COO265-1 yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*.

Sedangkan laju perkembangan lesio yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lainnya dapat dilihat pada serrano (buah hijau dan merah) dan No. 327 (buah hijau); jalapeno dan LV-2319xCOO265-1-2-4 (buah merah) yang diinokulasi dengan *C. capsici*; MC11 (buah hijau dan merah) dan jalapeno (buah hijau) yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*.

Walaupun lesio pada buah sudah digunakan dalam menentukan tanggap resistensi buah cabai terhadap *Colletotrichum* spp., komponen perkembangan lesio yang digunakan untuk menentukan taraf resistensi belum jelas. Dalam tanggap terhadap infeksi patogen, tanggap resistensi dapat ditunjukkan dengan reaksi hipersensitif, atau penghambatan proses infeksi baik infeksi awal maupun infeksi sistemik (perkembangan patogen dalam jaringan inang). Van de Weg *et al.* (1996) menyarankan untuk

Tabel 2. Lesio pada buah 20 galur dan atau varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides* pada 4 HSI (*Lesion on fruit of 20 lines/varieties chilli pepper inoculated with C. gloeosporioides at 4 DAI*)

Galur/varietas cabai (<i>Lines/varieties of chilli pepper</i>)	Panjang dan lebar lesio (<i>Length and width of lesion</i>) cm				Diameter lesio (<i>Lesion diameter</i>) cm		Nisbah panjang/ lebar lesio (<i>Length/width lesion ratio</i>)	
	Buah hijau (<i>Green fruit</i>)		Buah merah (<i>Red fruit</i>)		Buah hijau (<i>Green fruit</i>)	Buah merah (<i>Red fruit</i>)	Buah hijau (<i>Green fruit</i>)	Buah merah (<i>Red fruit</i>)
	Panjang (<i>Length</i>)	Lebar (<i>Width</i>)	Panjang (<i>Length</i>)	Lebar (<i>Width</i>)				
P3	0,13 de	0,11 ef	0,15 fg	0,13 ghi	0,12 ef	0,14 fgh	1,24 bcdef	1,05 cde
P	0,26 de	0,19 def	0,65 bc	0,51 abcd	0,23 def	0,58 bc	1,31 abcdef	1,27 abcde
327	0,30 cde	0,27 bcdef	0,09 g	0,08 hi	0,29 cdef	0,08 gh	1,11 ef	1,08 bcde
146	0,66 abc	0,48 abc	0,07 g	0,07 hi	0,57 abc	0,07 gh	1,37 abcdef	1,07 bcde
MC4	0,45 cd	0,38 abcde	0,71 ab	0,62 ab	0,42 bcde	0,67 ab	1,18 cdef	1,16 abcde
MC5	0,85 ab	0,55 ab	0,15 fg	0,11 hi	0,70 ab	0,13 gh	1,54 abcd	1,29 abc
MC11	0,03 e	0,03 f	0,05 g	0,05 hi	0,03 f	0,05 gh	1,00 f	1,00 e
MC12	0,27 cde	0,25 cdef	0,59 bcd	0,54 abcd	0,26 cdef	0,57 bc	1,13 def	1,09 bcde
Serrano	0,25 de	0,23 cdef	0,54 bcd	0,44 bcde	0,24 cdef	0,49 bcd	1,11 ef	1,23 abcde
Jalapeno	0,37 cde	0,33 abcde	0,00 g	0,00 I	0,35 cdef	0,00 h	1,12 ef	0,00 f
Kulai	0,45 cd	0,30 abcdef	0,16 fg	0,13 ghi	0,37 cde	0,15 fgh	1,44 abcde	1,28 abcd
Cili api	0,45 cd	0,36 abcde	0,70 b	0,55 abcd	0,41 bcde	0,62 abc	1,25 bcdef	1,26 abcde
MC11 x CH231-N	0,29 cde	0,24 cdef	0,42 cde	0,40 cdef	0,27 cdef	0,41 cde	1,22 cdef	1,01 de
Cili bangi2	0,21 de	0,14 def	0,23 efg	0,22 fgh	0,17 ef	0,22 efg	1,48 abcde	1,03 cde
COO265-1	0,44 cd	0,31 abcdef	0,39 def	0,31 efg	0,37 cde	0,35 def	1,44 abcde	1,33 ab
LV-2319 x COO265-1-2-1	0,51 bcd	0,35 abcde	0,48 bcd	0,45 bcde	0,43 bcde	0,46 bcd	1,42 abcde	1,07 bcde
LV-2323 x COO265-1-2-1	0,25 de	0,17 def	0,94 a	0,70 a	0,21 def	0,82 a	1,55 abc	1,34 ab
LV-3044 x COO265-1-3-1	0,44 cd	0,27 bcdef	0,72 ab	0,59 abc	0,36 cdef	0,66 ab	1,67 a	1,21 abcde
LV-3188 x COO265-1-3-6	0,65 abc	0,41 abcd	0,61 bcd	0,48 bcde	0,53 abcd	0,55 bcd	1,58 abc	1,30 abc
3491 x COO265-1-10-3	0,94 a	0,57 a	0,54 bcd	0,39 def	0,75 a	0,46 bcd	1,66 ab	1,40 a

menggunakan perbedaan tanggap yang sangat nyata ($P < 0,01$) dibandingkan dengan tanggap universal standar yang disertakan dalam setiap proses penjarangan untuk resistensi. Dalam penelitian ini hanya dapat dilakukan perbandingan relatif di antara galur dan atau varietas yang diuji pada taraf $P < 0,05$ menurut uji jarak berganda Duncan, karena tidak tersedianya standar universal. Banyaknya keterpautan pada hasil analisis statistik menimbulkan kesulitan dalam pengelompokan taraf resistensi. Karena itu Henz *et al.* (1993) mengombinasikan hasil analisis statistik dengan pengelompokan seperti untuk dendogram yang juga dicoba terhadap diameter lesio pada 4 HSI.

Walaupun terdapat keterpautan yang menyulitkan dalam pengelompokan taraf resistensi

relatif, uji jarak berganda Duncan dapat memberikan pengelompokan berdasarkan panjang, lebar, diameter, dan nisbah panjang/lebar diameter menurut kisarannya seperti disajikan dalam Tabel 3. Sedangkan dengan menggunakan program systat untuk pengelompokan, tanggap keseluruhan dapat dibuat menurut kisaran berdasarkan batas relatif yang ditentukan pada dendogram. Seperti ditampilkan dalam Tabel 3, kisaran untuk grup 1, 3, dan 5 adalah sama, baik untuk buah hijau maupun merah yang diinokulasi dengan *C. capsici* maupun *C. gloeosporioides*. Sedangkan untuk uji jarak berganda Duncan batas kisaran ini berbeda untuk tiap kematangan buah dan *Colletotrichum* spp. Dalam aplikasinya tergantung kepada pertimbangan lain dalam pemuliaan dan perbaikan varietas, misalnya karakteristik genetik untuk hasil dan kualitas.

Tabel 3. Lesio sebagai komponen pengelompokan taraf resistensi (*Lesion as component of resistant level grouping*)¹

Cc/ Cg ²	Grup (Group)	Panjang lesio (Length of lesion)		Lebar lesio (Width of lesion)		Diameter lesio (Diameter of lesion)				Nisbah panjang/lebar lesio (Ratio length/width lesion)	
		Buah hijau (Green fruit)	Buah merah (Red fruit)	Buah hijau (Green fruit)	Buah merah (Red fruit)	Buah hijau (Green fruit)		Buah merah (Red fruit)		Buah hijau (Green fruit)	Buah merah (Red fruit)
						DMRT ³	Systat	DMRT ³	Systat		
Cc	1	0,06	0,04-0,08	0	0	0,05	0,05-0,29	0	0-0,26	0,79	0
	2	0,12-0,39	0,15-0,19	0,09-0,27	0,07-0,19	0,1-0,29	-	0,08-0,21	-	1,33-1,62	-
	3	-	0,23-0,54	0,33-0,41	0,23-0,41	0,36-0,75	0,36-0,49	0,23-0,42	0,36-0,51	-	-
	4	0,47-0,93	0,62-0,67	0,49-0,56	0,46-0,49	0,86-0,87	-	0,44-0,51	-	1,76-2,33	-
	5	1,45 – 1,48	0,83	0,71	0,59	0,99-1,16	0,69-1,16	0,65	0,65	2,62	1,06-1,58
Cg	1	0,03	0,03	0-0,09	0	0,03	0,12-0,29	0	0-0,22	1,0-1,11	0
	2	0,13-0,37	0,11-0,30	0,15-0,23	0,05-0,13	0,12-0,36	-	0,05-0,15	-	-	1,0-1,27
	3	0,44-0,51	-	0,39-0,42	0,22-0,48	0,37-0,45	0,35-0,43	0,22-0,41	0,35-0,49	1,03-1,25	-
	4	0,65-0,85	0,31-0,55	0,48-0,72	0,51-0,62	0,53-0,70	-	0,46-0,67	-	-	1,29-1,34
	5	0,94	0,57	0,94	0,70	0,75	0,53-0,75	0,82	0,55-0,82	1,31-1,67	1,40

¹ Pengelompokan berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$) terhadap panjang, lebar, diameter, dan nisbah panjang/lebar lesio pada buah hijau dan merah 20 galur/varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. capsici* and *C. gloeosporioides* pada 4 HSI (*Grouping based on Duncan multiple range test ($P < 0,05$) on length, width, diameter, and ratio length/width of lesion on green and red fruits of 20 lines/varieties chilli pepper inoculated with *C. capsici* and *C. gloeosporioides* at 4 DAI*)

² Cc = *C. capsici* dan Cg = *C. gloeosporioides*.

³ Uji jarak berganda Duncan (*Duncan multiple range test*) $P < 0,05$.

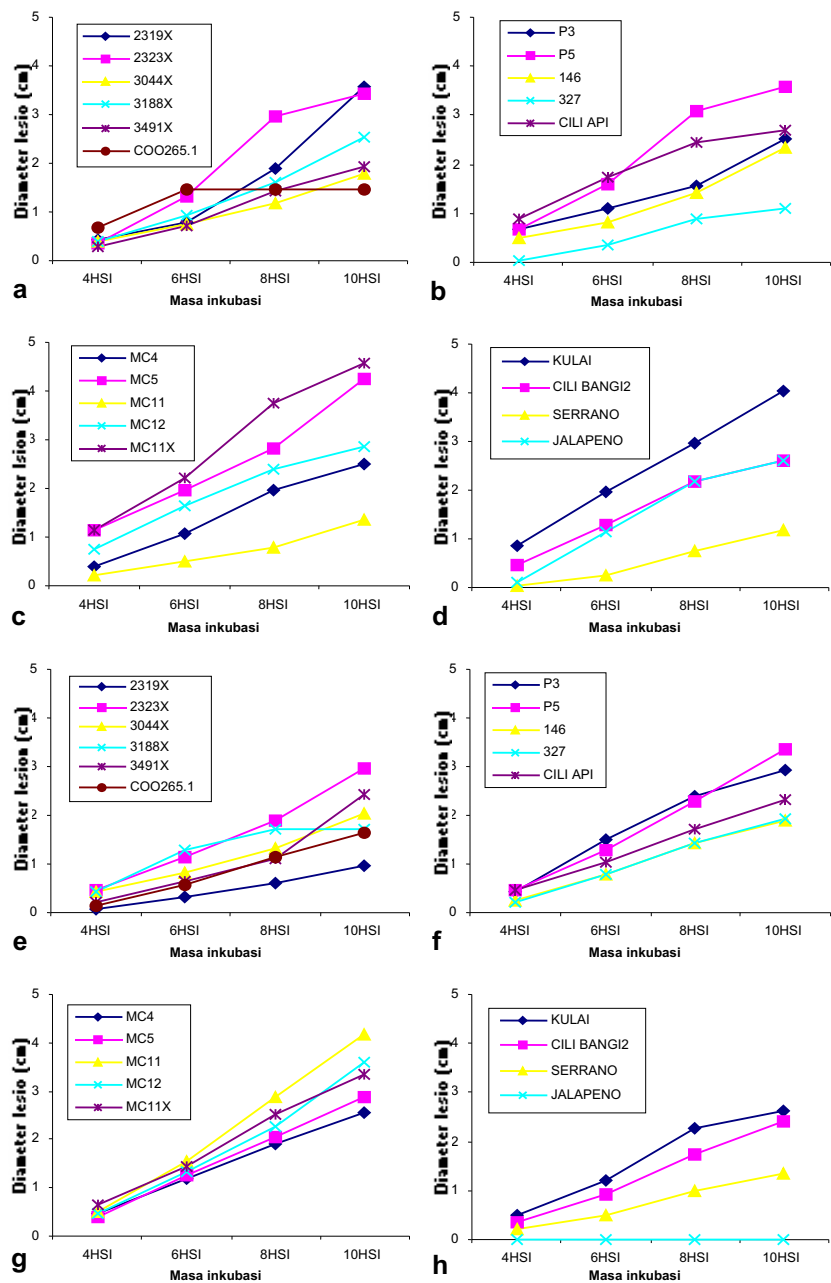
KESIMPULAN

1. Buah hijau varietas-varietas serrano dan No.327 yang diinokulasi dengan *C. capsici* menunjukkan taraf resistensi yang tinggi.
2. Buah merah varietas jalapeno menunjukkan taraf resistensi tertinggi terhadap *C. capsici* dan *C. gloeosporioides*.
3. Buah hijau dan merah MC11 menunjukkan derajat pertahanan yang konsisten selama proses infeksi *C. gloeosporioides*.

PUSTAKA

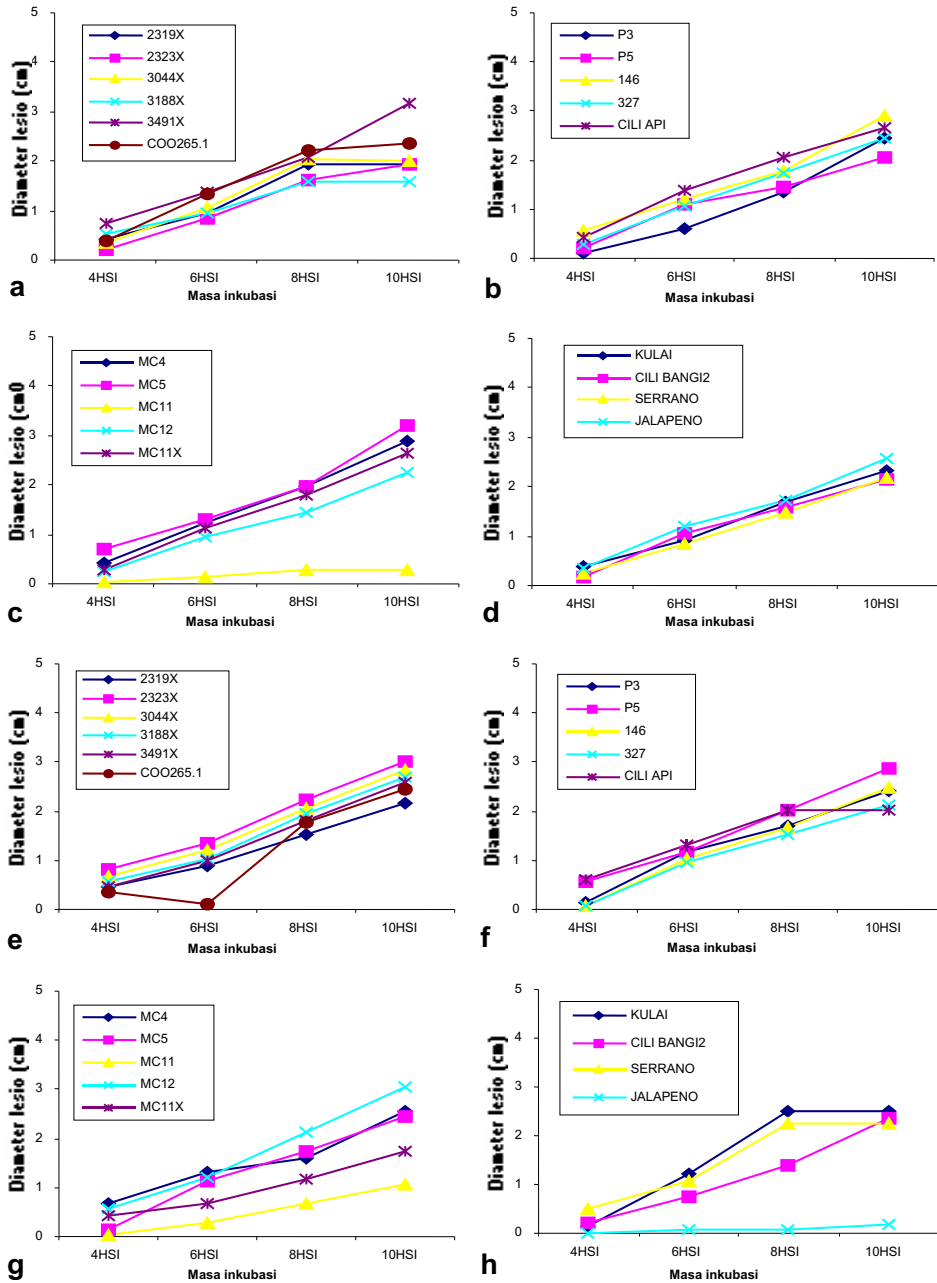
1. AVRDC. 1997. *AVRDC Report 1996*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan. P. 59-60.
2. _____. 1998. *AVRDC Report 1997. Pepper improvement*. In Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan. P. 42-60.
3. _____. 1999. *AVRDC Report 1998*. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan. P. 17-30.
4. Collinge D.B., Kragh K M, Mikkelsen J.D., Nielsen K.K., Ramussen U., and Vad K. 1993. Plant chitinases. *Plant J*. 3(1):31-40.
5. Goy P.A., Felix G., Metraux J.P., and Meins Jr.F. 1992. Resistance to disease in the hybrid *Nicotiana glutinosa* x *Nicotiana debneyi* is associated with high constitutive levels of chitinase, β -1,3- glucanase, peroxidase and polyphenol oxidase. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 41:11-21.
6. Henz G.P., Boiteux L.S., and Lima M.F. 1993. Reaction of *Capsicum* spp. to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Capsicum and eggplant Newslett.* (12):79-80.
7. Hidayat, I.M. 2002. Lesion development, biochemical changes and genetic relationship associated with resistance to *Colletotrichum* spp. On chilli pepper (*Capsicum* sp). Thesis PhD, Universiti Pertanian Malaysia: 302 pp
8. Mah S.Y. 1985. Anthracnose fruit rot (*Colletotrichum capsici*) of chilli (*Capsicum annuum*) causal pathogen, symptom expression and infection studies. *Dalam Teknologi Sayur-sayuran* Jilid 1: hlm. 35 – 40.
9. Manandhar J.B., Hartman G.L., Wang T.C. 1995a. Conidial germination and appressorial formation of *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* isolates from pepper. *Plant Dis.* 79(4):361-366.
10. _____. 1995b. Anthracnose development on pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Dis.* 79(4):380-383.
11. Mazlan S dan Sariah M. 1980. Penyakit anthracnose pada cili di Malaysia: biologi patogen dan varietal susceptibility. *Pertanika*. 3(1):47-52.
12. Modafar C.E., Tantaoui A., and Boustani E.E. 2000. Changes in cell wall-bound phenolic compounds and lignin in roots of date palm cultivars differing in susceptibility to *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *J. Phytopathol.* 148:405-411.
13. Nicholson R.L. 1992. *Colletotrichum graminicola* and the anthracnose diseases of maize and sorghum. In Bailey J A and Jeger M J (Eds). *Colletotrichum. Biology, pathology and control*. CAB Intl. P. 186-202.
14. _____. and Warren. H.L. 1976. Criteria for evaluation of resistance to maize anthracnose. *Phytopathol.* 66:86-90.
15. Oh, B.J., Kim K.D., and Kim Y.S. 1998. A microscopic characterization of the infection of green and red pepper fruits by an isolate of *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Phytopathol.* 146:301-303
16. Oh, B.J., Kim K.D., and Kim Y.S. 1999. Effect of cuticular wax layers of green and red pepper fruits on infection by *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Phytopathol.* 147(9):547-552.
17. O'Connell R.J., Bailey J.A., Green R.J. 1998. Dissecting the cell biology of *Colletotrichum*. Abstracts of papers presented at an International Workshop on host specificity, pathology and host-pathogen interaction of *Colletotrichum*. *Phytoparasitica*. 26(4):345-360.
18. _____. Perfect S., Hughes B., Carzaniga R., Bailey J.A., and Green R.J. 2000. Dissecting the cell biology of *Colletotrichum* infection processes. In Prusky D, Freeman S, and Dickman M (Eds). *Colletotrichum – host specificity, pathology and host – pathogen interaction*. APS Press, Minnesota. P. 57–77.
19. Perfect S.E., Hughes H.B., O'Connell R.J., and Green J.R. 1999. *Colletotrichum – A model genus for studies on pathology and fungal-plant interaction*. *Fungal Gen. Biol.* 27(2-3):186-198.
20. Pring R.J., Nash C., Zakaria M., and Bailey J.A. 1995. Infection process and host range of *Colletotrichum capsici*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 46:137-152.
21. Sariah M. 1994. Incidence of *Colletotrichum* spp on chili in Malaysia and pathogenicity of *C.gloeosporioides*. *Biotrop Special Publication*. 54:103-120.
22. Thompson D.L. and Leonard K.J. 1974. *Anthracnose resistance of corn inbreds*. Research report N-15. Dept of Crop science and Dept of Plant Pathology NCSU:24pp
23. Van de Weg, Giezen S., Henken B., and den Nijs A.P.M. 1996. A quantitative classification method for assessing resistance to *Phytophthora fragariae* var. *fragariae* in strawberry. *Euphytica*. 91:119-125..

Lampiran 1.



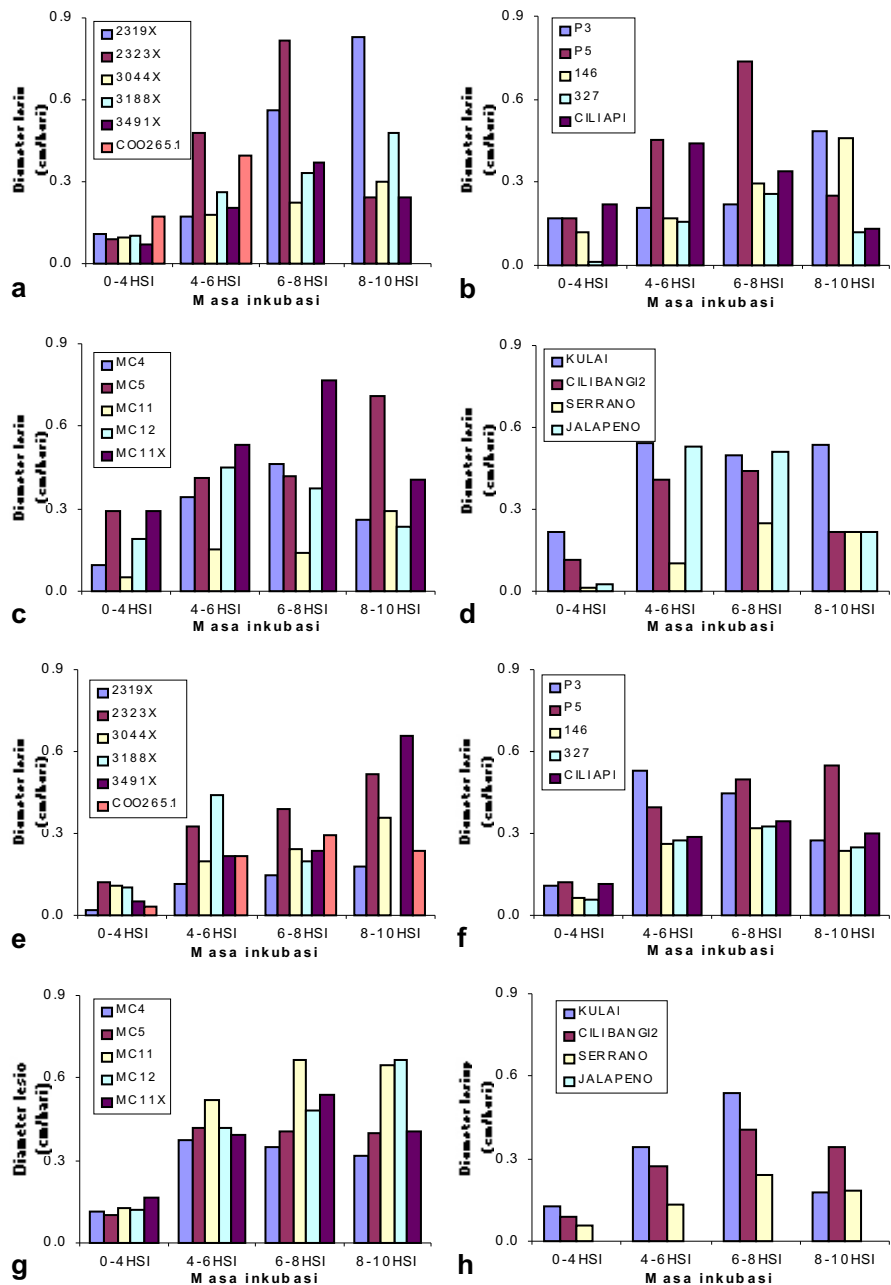
Gambar 1. Laju perkembangan lesio pada buah hijau (a, b, c, dan d) dan buah merah (e, f, g, dan h) dari 20 galur varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. capsici*. 2319 x COO265.1-2-4; 2323 x COO265.1-2-4; 3044 x COO265.1-3-1; 3180 x COO265.1-3-6; 3491 x COO265.1-3-10-3; MC11 x CH231N (Rate of lesion development on green fruit (a, b, and c) and red fruit (e, f, g, and h) from 20 lines or variety of hot pepper inoculated with *C. capsici*, HSI (DAI)

Lampiran 2.



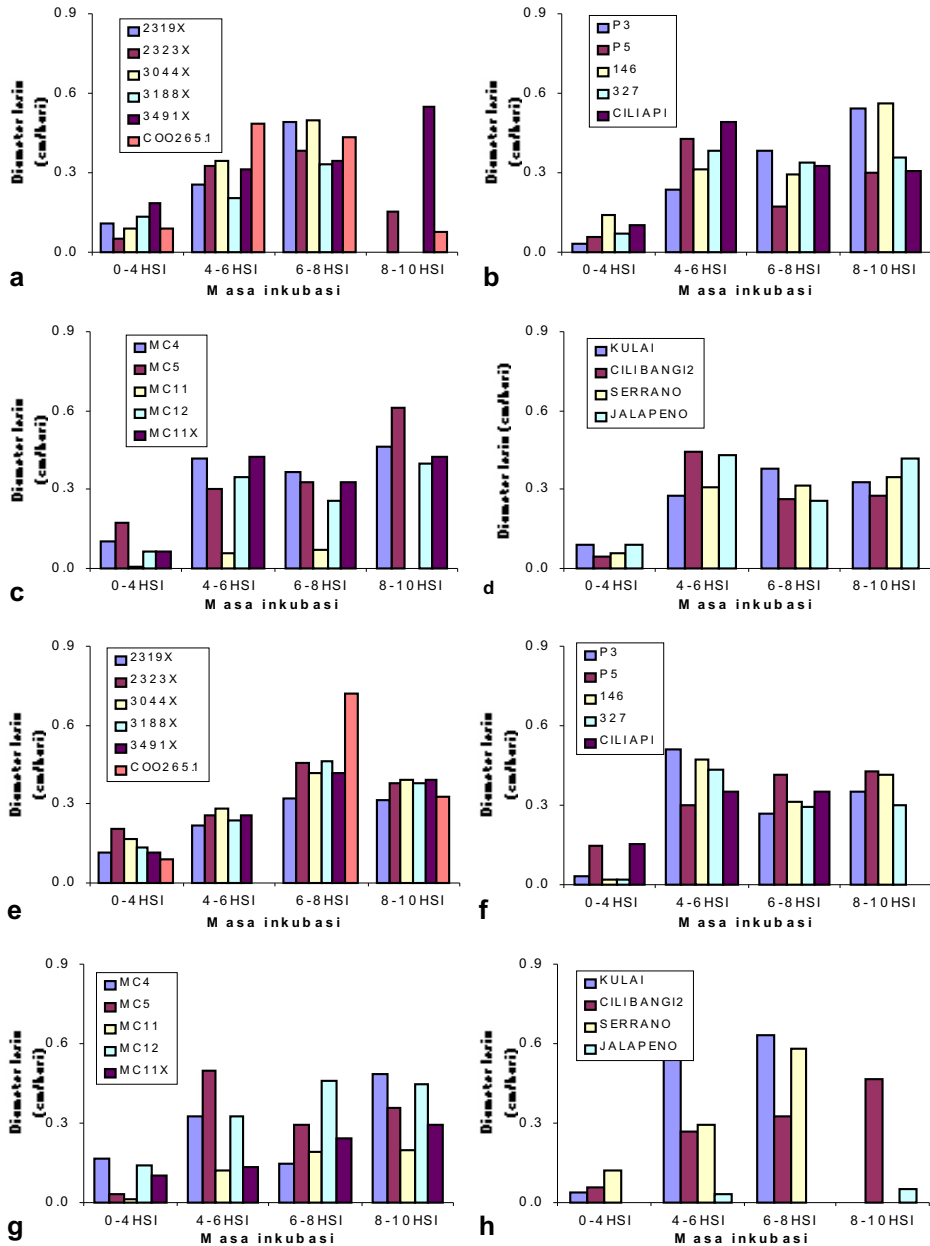
Gambar 2. Laju perkembangan lesio pada buah hijau (a, b, c, dan d) dan buah merah (e, f, g, dan h) dari 20 galur varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*. 2319 x COO265.1-2-4; 2323 x COO265.1-2-4; 3044 x COO265.1-3-1; 3180 x COO265.1-3-6; 3491 x COO265.1-10-3; MC11 x CH231N (Rate of lesion development on green fruit (a, b, and c) and red fruit (e, f, g, and h) from 20 lines or variety of hot pepper inoculated with *C. gloeosporioides*), HSI (DAI)

Lampiran 3.



Gambar 3. Laju perkembangan lesio pada buah hijau (a, b, c, dan d) dan buah merah (e, f, g, dan h) dari 20 galur varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. capsici*. 2319 x COO265.1-2-4; 2323 x COO265.1-2-4; 3044 x COO265.1-3-1; 3180 x COO265.1-3-6; 3491 x COO265.1-10-3; MC11 x CH231N (Rate of lesion development on green fruit (a, b, and c) and red fruit (e, f, g, and h) from 20 lines or variety of hot pepper inoculated with *C. capsici*), HSI (DAI)

Lampiran 4.



Gambar 4. Laju perkembangan lesio pada buah hijau (a, b, c, dan d) dan buah merah (e, f, g, dan h) dari 20 galur varietas cabai yang diinokulasi dengan *C. gloeosporioides*. 2319 x COO265.1-2-4; 2323 x COO265.1-2-4; 3044 x COO265.1-3-1; 3180 x COO265.1-3-6; 3491 x COO265.1-10-3; MC11 x CH231N (Rate of lesion development on green fruit (a, b, and c) and red fruit (e, f, g, and h) from 20 lines or variety of hot pepper inoculated with *C. gloeosporioides*, HSI (DAI)